

**English Translation Of German Patent Application DE 42 25 534 A1**

(Rolf Gnauert) which was filed on August 1, 1992 and published on February 3, 1994 describes in general an arrangement for operating, controlling and monitoring electric motors in underground working. As you can see from figure 2, a power supply line 4 is connected via a switch 5 to a power source. A plurality of electric motors 1a -1i are also coupled to the power line 4. Signals for controlling each of said electric motors are generated by a control unit 6 and encoded by an Amplitude Shift Keying data converter 8. The encoded data are modulated and transmitted to the power line 4. Therefore, the encoded signals can be transmitted to each of the electric motors via power line 4. Each of said electric motors is coupled with a converter for decoding the signals. Thus, it is possible to control each of said electric motors without any additional control lines. It is also possible to receive data signals from said electric motors for monitoring operation of said motors.



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENTAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 42 25 534 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**H 02 P 7/48**  
H 02 P 7/74  
G 08 C 19/00  
H 02 J 13/00  
// H 02K 17/30

②① Aktenzeichen: P 42 25 534.1  
②② Anmeldetag: 1. 8. 92  
②③ Offenlegungstag: 3. 2. 94

**DE 42 25 534 A 1**

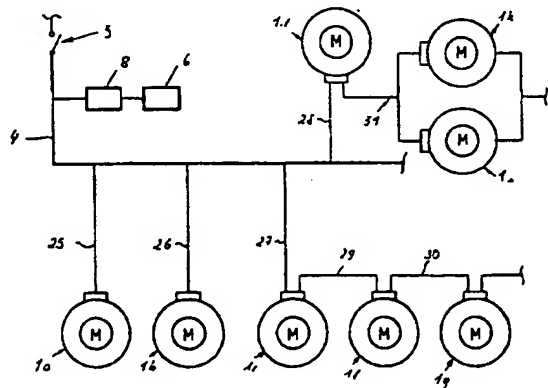
⑦① Anmelder:  
Gnauert, Rolf, 4370 Marl, DE

⑦④ Vertreter:  
Oidtman, P., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Bockermann, R.,  
Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 44791 Bochum

⑦② Erfinder:  
gleich Anmelder

⑤④ **Anordnung zum Betreiben, Steuern und Überwachen von Elektromotoren in untertägigen Betrieben**

⑤⑦ Die Erfindung betrifft eine Anordnung zum Betreiben, Steuern und Überwachen von Elektromotoren (1a-1i) in untertägigen Betrieben. Dabei wird eine zentrale Energieversorgungsleitung (4) vorgesehen. An die Energieversorgungsleitung (4) können eine Vielzahl von Elektromotoren (1a-1i) gekoppelt sein. Die Signale zur Steuerung jedes Elektromotors (1a-1i) werden von einer Steuereinheit (6) über einen ASK-Datenkoppler (8) umgesetzt und der Energieversorgungsleitung (4) aufmoduliert. Die Signale werden folglich über die Energieversorgungsleitung (4) übertragen. Am jeweiligen Elektromotor (1a-1i) werden die ankommenden Signale in einem weiteren ASK-Datenkoppler entkoppelt und zu einer verarbeitenden Steuerung weitergeleitet, die entsprechend dem Informationsinhalt der einzelnen Befehls-signale die jeweiligen Motorbefehle ausführt. Umgekehrt können Signale von der Steuerung des Elektromotors (1a-1i) mittels des ASK-Datenkopplers über die Energieversorgungsleitung (4) zurück zur übergeordneten Steuereinheit (6) übertragen werden.



**DE 42 25 534 A 1**

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zum Betreiben, Steuern und Überwachen von Elektromotoren in untertägigen Betrieben gemäß den Merkmalen im Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Zum Antrieb der verschiedenen Bergwerksmaschinen werden vorwiegend Elektromotoren eingesetzt. Elektromotoren haben einen hohen Wirkungsgrad von über 90%. Ein weiterer Vorzug ist die direkte Umwandlung der elektrischen Energie in eine Drehbewegung. Von Bedeutung für den Bergbau sind fast ausschließlich die Asynchronmotoren, und hier insbesondere wegen der Forderung nach Schlagwettersicherheit die Kurzschlußläufermotoren. Kurzschlußläufermotoren nehmen beim Anlaufen einen sehr hohen Strom auf. Das führt zu Spannungsschwankungen im Netz. Bei Motoren größerer Leistung werden Anlaufwiderstände oder es wird ein Anlauftrafo vor die Ständerwicklungen geschaltet. Meistens werden Sterndreieckschalter verwendet. Diese Schalter schalten zuerst die Ständerwicklungen im Stern, d. h. auf verminderte Spannung und nach dem Hochlaufen auf Dreieck, d. h. auf volle Spannung.

Eine weitere Möglichkeit der Drehzahlveränderung ist bei den polumschaltbaren Motoren gegeben. Das sind Kurzschlußläufermotoren, bei denen durch Umschalten die Polzahl im Stator verändert wird. Polumschaltbare Kurzschlußläufermotoren haben eine große Anwendung gefunden, weil sie die Einfachheit der Kurzschlußläufermotoren mit der stufenweisen Drehzahlstellbarkeit vereinigen. In zunehmendem Maße kommen bei der Steuerung derartiger Motoren auch Halbleiterbauelemente zum Einsatz.

Aus der DE-OS 36 31 298 ist ein polumschaltbarer Drehstrommotor mit zwei dreiphasigen Ständerwicklungen bekannt. Die beiden Ständerwicklungen werden über Thyristoren, welche einschließlich ihrer Gatesteuerung in bzw. an das Motorgehäuse ein- bzw. angebaut sind, angesteuert und aus einer gemeinsamen Motorleitung mit dem Wechselstrom des antreibenden Drehstroms beaufschlagt.

Derartige Kurzschlußläufermotoren haben sich betriebsmäßig bewährt. Nachteilig ist hierbei, daß jeder Motor mit einer eigenen Motorzuleitung ausgerüstet werden und zusätzlich über eine eigene Steuerleitung zur Übertragung von Befehlssignalen verfügen muß.

Der Erfindung liegt ausgehend von der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 beschriebenen Anordnung die Aufgabe zugrunde, diese derart auszugestalten, daß der Materialeinsatz für die Zuleitungen unter Einsparung von Schaltgeräten und geringerem Installationsaufwand merklich gesenkt sowie die Signalkommunikation verbessert werden kann.

Die Lösung dieser Aufgabe besteht nach der Erfindung in den im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 aufgeführten Merkmalen.

Danach wird jetzt eine zentrale Energieversorgungsleitung vorgesehen. Die Signale zur Steuerung jedes Motors werden von einer Steuereinheit mittels eines ASK (Amplitude Shift Keying)-Datenkopplers auf die Energieversorgungsleitung moduliert. Die Signale werden folglich über die Energieversorgungsleitung übertragen. Am Elektromotor werden die ankommenden Signale in einem weiteren ASK-Datenkoppler empfangen und zu einer verarbeitenden Steuerung weitergeleitet. Entsprechend dem Informationsinhalt der einzelnen Befehlssignale führt die Steuerung die jeweiligen Motorbefehle durch und steuert die integrierten Thyristoren in

der erforderlichen Weise an.

Umgekehrt können Signale von der Steuerung des Elektromotors mittels des ASK-Datenkopplers über die Energieversorgungsleitung zur übergeordneten Steuereinheit übertragen werden. Durch die Rückmeldung ist eine konstante Überwachung und Dokumentation des Betriebsablaufs möglich. So können beispielsweise kontinuierlich oder in Zeitabständen Meldungen über die Betriebstemperatur oder die Stromaufnahme an die Steuereinheit weitergeleitet werden.

Durch die erfindungsgemäße Anordnung können elektrische Zuleitungen eingespart werden. Dies bringt nicht nur einen wesentlichen Kostenvorteil mit sich, sondern auch eine Einsparung an Gewicht bei den Kabeln und eine Verbesserung des Handlings der Motoren einschließlich ihrer Zuleitungen bei vorwiegend ortsveränderlichen Anlagen. Weiterhin können Schaltgeräte eingespart werden, wodurch folglich auch der Installationsaufwand geringer und ein weiterer Kostenvorteil erreicht wird. Dies ist insbesondere auch deshalb der Fall, weil zusätzliche Steuerleitungen zum Motor und vom Motor zurück für Rückmeldungen entfallen.

Ein weiterer Vorteil ist, daß mehrere Motoren an eine einzige Energieversorgungsleitung angeschlossen sein können, die zentral durch das Grubengebäude verläuft.

Eine Motorstromzuleitung ist dann jeweils nur von der Energieversorgungsleitung zum entsprechenden Motor notwendig. Dabei kann der gesamte Signaltransport über die zentrale Energieversorgungsleitung bis hin zum einzelnen Motor erfolgen (Patentanspruch 2).

An den an die Energieversorgungsleitung angeschlossenen Motor können über Verzweigungsleitungen weitere Motoren angeschlossen sein (Patentansprüche 3 und 4). Jeder einzelne Motor kann dabei die Funktion eines Verteilers übernehmen.

Unter Anwendung der Merkmale des Patentanspruchs 5 übernimmt ein Schütz die Netzkurzschlußüberwachung sowie die thermische Überwachung der Energieversorgungsleitung. In diesem Zusammenhang kann bei Bedarf auch in jede Motorstromleitung ein Schütz gelegt werden.

Zweckmäßig sind der ASK-Datenkoppler sowie die mit ihm zusammenarbeitende Steuerung jeweils in die Energieversorgungsleitung zwischen Schütz und Motor eingekoppelt (Patentanspruch 6).

Gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 7 kann die Steuereinheit auch Übertage angeordnet sein. Sie ist dann zweckmäßig in eine Prozeßleitzentrale integriert, von der aus die komplexen betrieblichen Abläufe gesteuert und überwacht werden können.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand von in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Ausführungsform eines polumschaltbaren Drehstrommotors einschließlich Schaltung und

Fig. 2 eine Anordnung zum Betreiben, Steuern und Überwachen von Elektromotoren in untertägigen Betrieben gemäß der Erfindung.

In der Fig. 1 ist ein polumschaltbarer Motor 1 mit zwei dreiphasigen Ständerwicklungen  $W_1$ ,  $W_2$  dargestellt. Die Phasen einer Hauptversorgungsleitung 2 sind mit  $L_1$ — $L_3$  bezeichnet. Diese sind hier nur angedeutet. Sie können sich aber beispielsweise durch ein komplettes Grubengebäude erstrecken, wobei auch mehrere Motoren an die Hauptversorgungsleitung 2 gekoppelt sein können.

Über ein Schaltgerät 3 mit integrierten Schützen ist eine Energieversorgungsleitung 4 mit der Hauptversor-

gungsleitung 2 verbunden. Zum Motor 1 geht von der Energieversorgungsleitung 4 eine Motorstromleitung 5 ab. Für jede Ständerwicklung  $W_1, W_2$  des Motors 1 sind vier Thyristoren  $A_1-A_4$  und  $B_1-B_4$  vorgesehen. Die Ständerklemmen der Ständerwicklung  $W_1$  sind mit  $C_1-C_3$  und die Ständerklemmen der Ständerwicklung  $W_2$  mit  $D_1-D_3$  bezeichnet. Jede Ständerklemme  $C_1-C_3$  und  $D_1-D_3$  hat eine Stromverzweigung, in die jeweils ein Thyristor  $A_1-A_4$  bzw.  $B_1-B_4$  eingebaut ist.

Weiterhin ist aus der Fig. 1 die Anordnung einer speicherprogrammierbaren Steuereinheit (SPS) 6 mit Befehlseingängen  $X_1-X_3$  zu entnehmen, die über eine Leitung 7 mit einem ASK-Datenkoppler 8 verbunden ist. Über die Leitungen 9, 10 ist der ASK-Datenkoppler 8 mit den Phasen 4a, 4b der Energieversorgungsleitung 4 gekoppelt.

Motorseitig ist ein ASK-Datenkoppler 11 über Leitungen 12, 13 mit den Phasen 5a, 5b der Motorstromleitung 5 verbunden. Mittels einer Leitung 14 wird der Kontakt zu einer Steuerung 15 hergestellt. Von der Steuerung 15 gehen Steuerleitungen 16-23 zu den Gates  $G_1-G_8$  der Thyristoren  $A_1-A_4$  und  $B_1-B_4$  ab. Weiterhin weist die Steuerung 15 Befehlseingänge  $Y_1, Y_2$  für die Motorüberwachung auf.

Andeutungsweise sind in der Fig. 1 Abzweigungen mit Verzweigungsleitungen 24 dargestellt.

Die Steuerung des Motors 1, beispielsweise eine Drehzahländerung von einer niedrigeren zu einer höheren Geschwindigkeit bzw. umgekehrt oder ein Rechts- oder Linkslauf, geschieht wie folgt:

Von der Steuereinheit 6 geht ein entsprechendes Signal zur Einschaltung des Langsamgangs über die Leitung 7 zum ASK-Datenkoppler 8. Dieser verändert das Signal derart, daß es auf die Strom führenden Phasen 4a, 4b der Energieversorgungsleitung 4 moduliert und mit diesen übertragen werden kann. Dieses Verfahren ist so gewählt, daß beispielsweise die konstante Frequenz von 100 kHz entsprechend den zu übertragenden Daten gestastet wird. Eine logische "Null" bewirkt dann das Senden der Frequenz; eine logische "Eins" hingegen das Unterdrücken der Frequenz. Im Motor 1 wird das Signal vom ASK-Datenkoppler 11 entkoppelt, so daß es von der Steuerung 15 verarbeitet wird. Diese besorgt dann, daß die Ständerwicklung  $D_1$  eingeschaltet wird.

Wird z. B. ein Rechtslauf verlangt, so erfolgt ein entsprechendes Signal von der Steuereinheit 6 über den ASK-Datenkoppler 8 und die Energieversorgungsleitung 4 sowie die Motorstromleitung 5 mit der Entkopplung im ASK-Datenkoppler 11 und der Auswertung in der Steuerung 15 derart, daß die Gates  $G_1$  und  $G_4$  der Thyristoren  $A_1$  und  $A_4$  gezündet werden. Dadurch fließen die Ströme  $I_{A1}, I_{A4}$  und  $I_3$ . Für eine Drehrichtungs-umkehr werden dementsprechend die Thyristoren  $A_2$  und  $A_3$  gezündet, so daß die Ströme  $I_{A2}, I_{A3}$  und  $I_3$  fließen.

Wird der Schnellgang angesteuert, erfolgt eine Umschaltung auf die Ständerwicklung  $W_2$ . Entsprechend der verlangten Drehrichtung werden entweder die Thyristoren  $B_1$  und  $B_4$  oder die Thyristoren  $B_2$  und  $B_3$  leitend.

In der Fig. 2 ist eine Anordnung in technisch generalisierter Weise dargestellt, bei der mehrere Motoren 1a-1i an eine Energieversorgungsleitung 4 gekoppelt sind.

Die Energieversorgungsleitung 4 ist über ein Schütz 3 mit einer hier nicht dargestellten Hauptversorgungsleitung bzw. Energiequelle verbunden. Hinter dem Schütz 3 sind der ASK-Datenkoppler 8 und die Steuerung 6 an

die Energieversorgungsleitung 4 gekoppelt. Über Motorstromleitungen 25, 26, 27, 28 sind die Motoren 1a-1d direkt mit der Energieversorgungsleitung 4 verbunden.

Mittels Verzweigungsleitungen 29, 30, 31 sind weitere Motoren 1f-1i direkt oder indirekt mit den an die Energieversorgungsleitung 4 angeschlossenen Motoren 1c, 1d angeschlossen.

#### Bezugszeichenaufstellung

- 1 PU-Motor
- 1a-1i-PU-Motor
- 2 Hauptversorgungsleitung
- 3 Schaltgerät
- 4 Energieversorgungsleitung
- 4a-Phase
- 4b-Phase
- 5 Motorstromleitung
- 5a-Phase
- 5b-Phase
- 6 SPS
- 7 Leitung
- 8 ASK-Datenkoppler
- 9 Leitung
- 10 Leitung
- 11 ASK-Datenkoppler
- 12 Leitung
- 13 Leitung
- 14 Leitung
- 15 Steuerung
- 16 Steuerleitung
- 17 Steuerleitung
- 18 Steuerleitung
- 19 Steuerleitung
- 20 Steuerleitung
- 21 Steuerleitung
- 22 Steuerleitung
- 23 Steuerleitung
- 24 Verzweigungsleitung
- 25 Motorstromleitung
- 26 Motorstromleitung
- 27 Motorstromleitung
- 28 Motorstromleitung
- 29 Verzweigungsleitung
- 30 Verzweigungsleitung
- 31 Verzweigungsleitung
- $A_1$  Thyristor
- $A_2$  Thyristor
- $A_3$  Thyristor
- $A_4$  Thyristor
- $B_1$  Thyristor
- $B_2$  Thyristor
- $B_3$  Thyristor
- $B_4$  Thyristor
- $C_1$  Ständerklemme
- $C_2$  Ständerklemme
- $C_3$  Ständerklemme
- $D_1$  Ständerklemme
- $D_2$  Ständerklemme
- $D_3$  Ständerklemme
- $I_3$  Strom
- $I_{A1}$  Strom
- $I_{A2}$  Strom
- $I_{A3}$  Strom
- $I_{A4}$  Strom
- $I_{B1}$  Strom
- $I_{B2}$  Strom
- $I_{B3}$  Strom

IB <sub>4</sub> Strom	
L <sub>1</sub> Phase U	
L <sub>2</sub> Phase V	
L <sub>3</sub> Phase W	
W <sub>1</sub> Ständerwicklung	5
W <sub>2</sub> Ständerwicklung	
X <sub>1</sub> Befehlseingang	
X <sub>2</sub> Befehlseingang	
X <sub>3</sub> Befehlseingang	
Y <sub>1</sub> Befehlseingang	10
Y <sub>2</sub> Befehlseingang	

bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinheit (6) und/oder der ASK-Datenkoppler (8) Übertage sowie mit einer Prozeßleitzentrale logisch verknüpfbar angeordnet und die Energieversorgungsleitung (4) von Übertage in den untertägigen Betrieb geleitet ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

#### Patentansprüche

1. Anordnung zum Betreiben, Steuern und Überwa- 15  
chen mindestens eines Elektromotors (1, 1a—1i) in  
untertägigen Betrieben, insbesondere eines polum-  
schaltbaren Käfigläufermotors (1, 1a—1i) mit zwei  
dreiphasigen Ständerwicklungen (W<sub>1</sub>, W<sub>2</sub>), die über  
integrierte Thyristoren (A<sub>1</sub>—A<sub>4</sub>, B<sub>1</sub>—B<sub>4</sub>) ansteuer- 20  
bar sind, mit einer dreiphasigen Hauptversorgungs-  
leitung (2) und an diese über mindestens einen elek-  
tromagnetischen Schalter (3) angeschlossene Ener-  
gieversorgungsleitung (4) und einer Motorsteue-  
rung (15) dadurch gekennzeichnet, daß die Signale 25  
eines von einer Steuereinheit (6) stammenden digi-  
talen Befehlsstroms in einem ASK-Datenkoppler  
(8) umsetzbar und der Energieversorgungsleitung  
(4) aufmodulierbar sind und daß jedem Elektromo-  
tor (1, 1a—1i) ein ASK-Datenkoppler (11) sowie 30  
eine mit der Steuereinheit (6) mindestens indirekt  
zusammenwirkende bidirektionale Steuerung (15)  
zugeordnet ist.

2. Anordnung nach Patentanspruch 1 mit minde- 35  
stens zwei Elektromotoren (1, 1a—1i), dadurch ge-  
kennzeichnet, daß jeder E-Motor (1, 1a—1d) über  
eine eigene Motorstromleitung (5, 25, 26, 27, 28) an  
die Energieversorgungsleitung (4) angeschlossen  
ist.

3. Anordnung nach Patentanspruch 2, dadurch ge- 40  
kennzeichnet, daß je ein Elektromotor (1, 1c, 1d)  
über eine Motorstromleitung (27, 28) an die Ener-  
gieversorgungsleitung (4) angeschlossen ist und je-  
der weitere Motor (1f—1i) über eine Verzwei-  
gungsleitung (29, 30, 31) mit dem an die Energiever- 45  
sorgungsleitung (4) angeschlossen Motor (1,  
1c—1f) verbunden ist.

4. Anordnung nach einem der Patentansprüche 1 50  
bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß jeder weitere  
Elektromotor (1f—1i) direkt oder indirekt über  
mindestens einen zwischengeschalteten Elektro-  
motor (1c, 1d) mittels Verzweigungsleitungen (29,  
30, 31) an den mit der Energieversorgungsleitung  
(4) verbundenen Elektromotor (1c, 1d) angeschlos- 55  
sen ist.

5. Anordnung nach einem der Patentansprüche 1 60  
bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß in die Energie-  
versorgungsleitung (4) zwischen dem Anschluß an  
die Hauptversorgungsleitung (2) und dem An-  
schluß der Motorstromleitung (5, 25, 26, 27, 28) an  
die Energieversorgungsleitung (4) ein Schütz (3)  
geschaltet ist.

6. Anordnung nach einem der Patentansprüche 1 65  
bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der ASK-Da-  
tenkoppler (8) sowie die Steuerung (6) in die Ener-  
gieversorgungsleitung (4) zwischen Schütz (3) und  
Motor (1, 1a—1i) eingekoppelt sind.

7. Anordnung nach einem der Patentansprüche 1

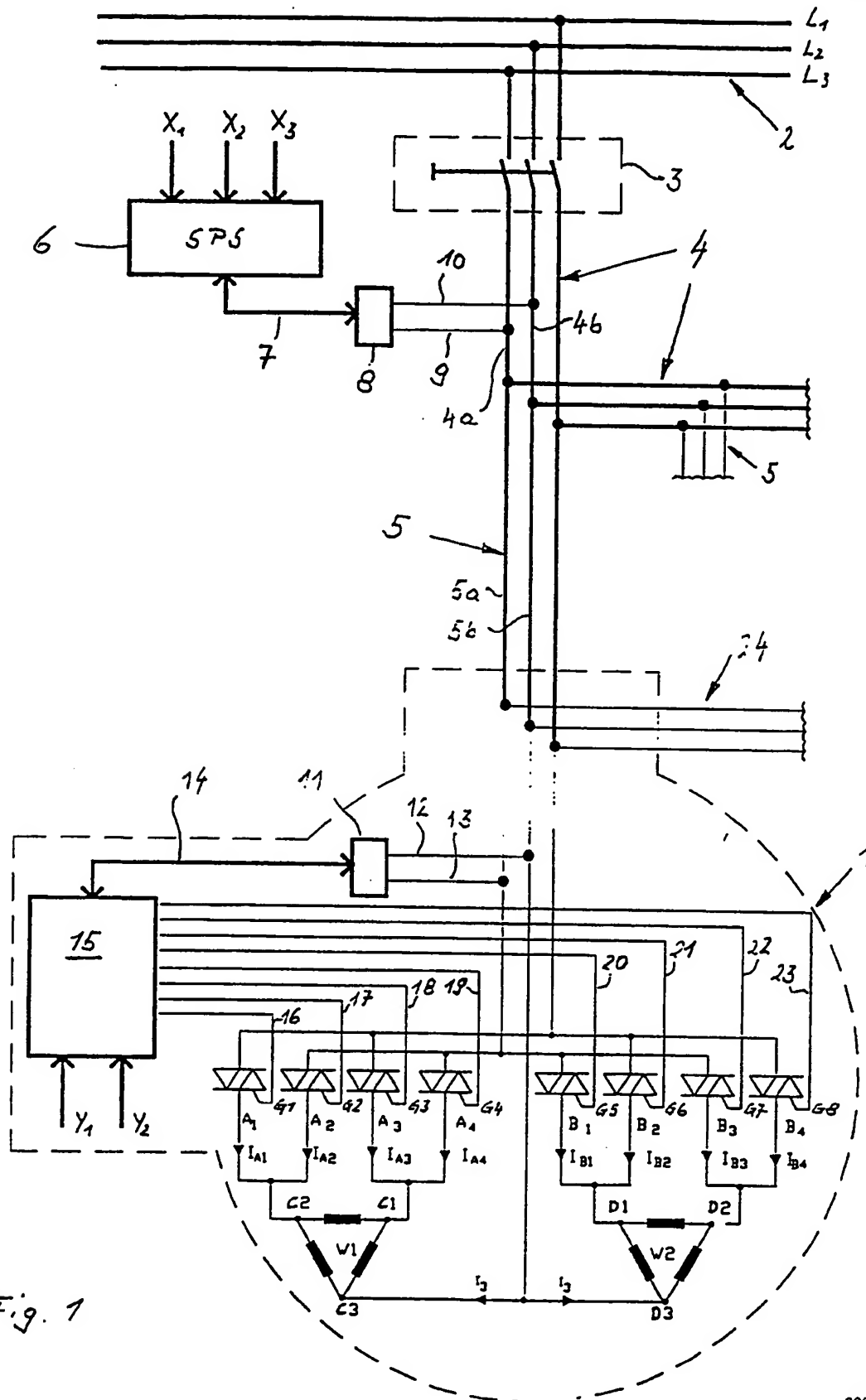


Fig. 1

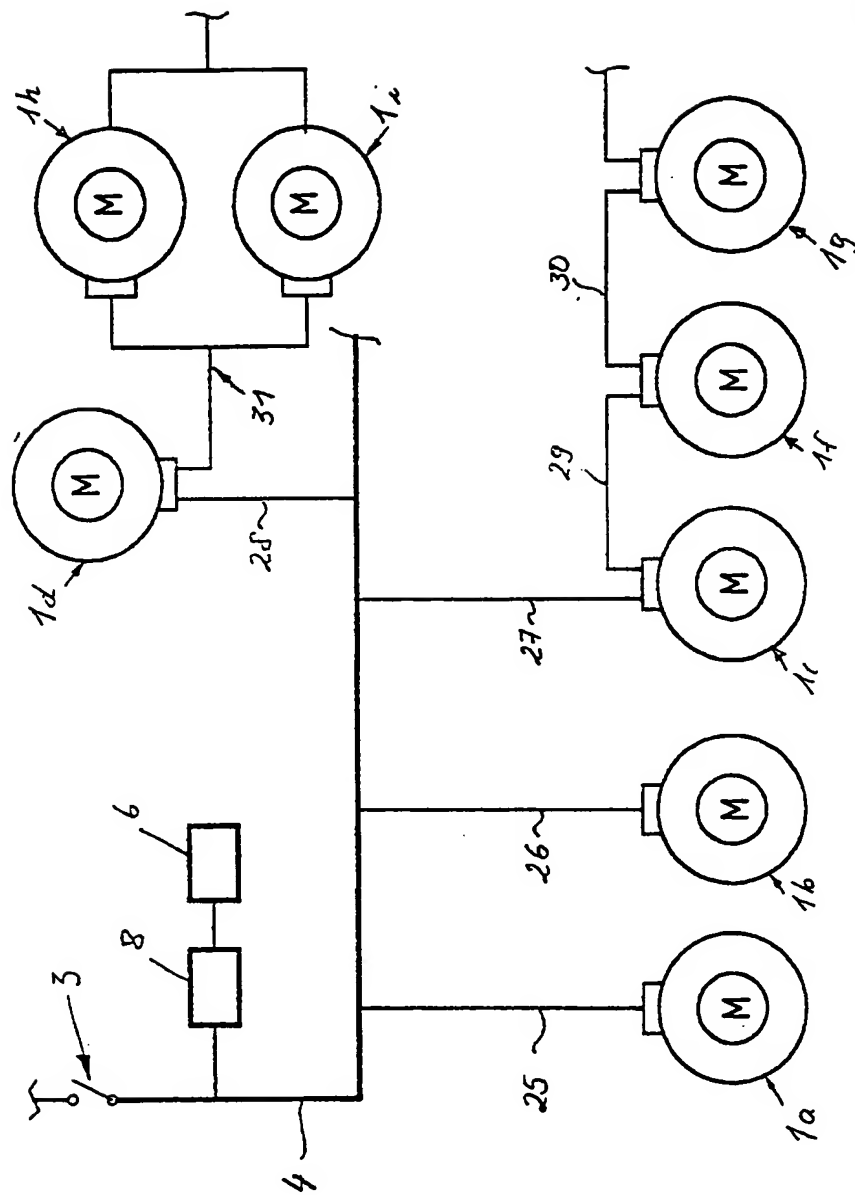


Fig. 2